

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-67770

(43)公開日 平成5年(1993)3月19日

(51)Int.Cl.⁴

H 0 1 L 27/15

識別記号

庁内整理番号

8934-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平3-254258

(22)出願日 平成3年(1991)9月6日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 奥洞 明彦

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

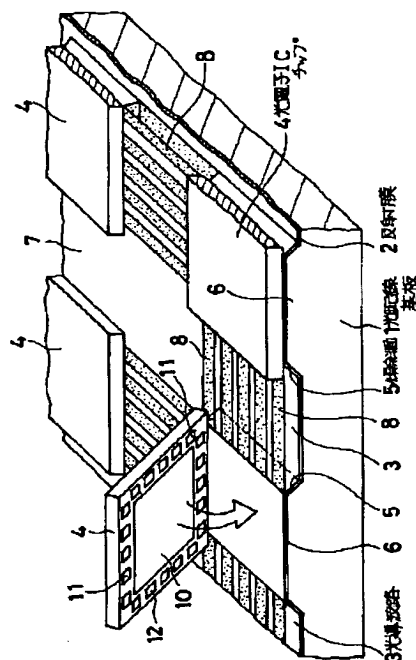
(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54)【発明の名称】 光電子集積回路装置

(57)【要約】

【目的】 光結合される複数の光電子ICチップからなる光電子集積回路装置を光結合し易く且つ製造し易い構造とする。また、各光電子ICチップへの給電方法を確実且つ簡便なものとする。

【構成】 光配線基板1に光電子ICチップ4を取りつける凸部6を複数形成し、その凸部6の周囲を反射膜2が被覆する傾斜面5とする。この傾斜面5は、光電子ICチップ4の発光素子11や受光素子12の位置に対応し、光電子ICチップ4の発光素子11から射出された光は、傾斜面5で反射して光導波路3に沿って伝播し、再び傾斜面5で反射して他の光電子ICチップ4の受光素子12に入射する。傾斜面5に反射膜2を有しているため、光の全反射のために特殊な角度とする加工は不要であり、反射膜2は電源用の配線としても機能する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子回路と発光素子と受光素子が形成された光電子集積回路基板と、少なくとも前記発光素子又は前記受光素子に対向する傾斜面を有し、且つその傾斜面に連続して光導波路が設けられる共に、該傾斜面に前記光電子集積回路基板間の光結合用の光を反射する反射膜が形成された光配線基板とを具備することを特徴とする光電子集積回路装置。

【請求項2】 請求項1記載の光電子集積回路装置において、その反射膜は導電性を有し、基板への配線を兼ねることを特徴とする光電子集積回路装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は電子回路と発光素子と受光素子を混成させた光電子集積回路を複数光結合させた光電子集積回路装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 ワークステーションやパーソナルコンピュータの如きシステムにおいては、最近ますますその小型化や高性能化の要求が高まっている。これらのシステムを構成する主要素の1つに、半導体電子回路技術が有るが、高集積化のために金属配線のパターンを微細化した場合には、伝送遅延の問題が生じ、さらに配線間のスペースを狭めた時では、誘導ノイズや相互干渉等が問題となる。

【0003】 そこで、電気的な配線によらず、電子デバイス間の伝送を光結合とする方法が着目されてきている。このような光結合を行う装置の例として、特開昭61-121014号公報では、受光素子と発光素子が形成された基板に光配線板を取りつけ、この光配線板にV形溝及び光導波路を形成する装置が開示されている。すなわち、発光素子からの光はV形溝の側面で反射し、光導波路中を伝播し、受光素子に到達する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、前記公報に記載される光結合技術では、光配線板自体がSiO₂によって構成される。また、V形溝の側面での光の反射は、SiO₂の臨界角以下の全反射を利用する。このためV形溝はその形状が制限され、そのV形溝を形成するために製造工程が複雑化することになる。

【0005】 さらに、高集積化のために電子回路等を形成した多数の光電子集積回路基板を光配線基板に接続する場合、各光電子集積回路基板に対して電源電圧の供給等の目的で電気的な配線を施す必要があるが、電気的な配線をワイヤボンディングによって行う場合では、そのワイヤの引き回しなどが複雑化し、短絡如き問題も新たに発生する。

【0006】 そこで、本発明は上述の技術的な課題に鑑み、基板間の光結合を行う装置であって、特にその製造工程から量産して好適な構造を有する光電子集積回路装

2

置の提供を第1の目的とする。さらに、本発明は基板間の電源等の配線にも有利な構造の光電子集積回路装置の提供を第2の目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上述の第1の目的を達成するために、本発明の光電子集積回路装置は、電子回路と発光素子と受光素子が形成された光電子集積回路基板と、前記発光素子及び前記受光素子に対向する傾斜面を有し、且つその傾斜面に連続した光導波路が設けられる共に、該傾斜面に前記基板間の光結合用の光を反射する反射膜が形成された光配線基板と具備することを特徴とする。

【0008】 前記光電子集積回路基板は、基板上に電子回路と発光素子と受光素子が形成された構造を有し、発光素子や受光素子を当該基板の周囲側に配置することで、電子回路部を基板に中央部に配し、その中央部にて前記光配線基板に取りつけられる構造にできる。また、光電子集積回路基板自体が複数の基板を主面に垂直な方向に積層した3次元構造であったり、光結合用の光が光電子集積回路基板を透過する波長の光であっても良い。

【0009】 光配線基板は、前記傾斜面と光導波路が形成される基板であり、前記発光素子や受光素子の光の射出方向や受光方向を主面に垂直な方向とし、当該光配線基板の傾斜面を基板主面に対して45°とすることで、光導波路は基板主面内方向のものとなる。このような光配線基板としては、シリコン基板等が用いられるが、特にこれに限定されるものではない。

【0010】 前記傾斜面には、反射膜として金属等の膜が形成され、その反射膜によって光結合の光が反射される。この反射膜には、前記第2の目的を達成するために、導電性を持たせることで配線を兼ねることができ、配線と反射膜が兼用となる場合、全面に被着した反射膜の一部を電子回路の部分や他の領域でパターンニングして電源線の如き配線に用いることができる。

【0011】

【作用】 光配線基板の傾斜面では、発光素子からの光が反射されて光導波路に至り、或いは光導波路からの光が傾斜面で反射して受光素子に至る。この傾斜面には、反射膜が形成されているため、その反射膜によって全反射が可能であり、傾斜面の角度は、基板主面に沿った導波路に対しては例えば45°で良いことになる。

【0012】 また、各光電子集積回路基板に対しては、電源供給などのために、電気的な配線が必要であるが、本発明では、反射膜に導電性を持たせることで、配線を兼ねることができる。従って、電源供給のための新たな配線が不要となる。

【0013】

【実施例】 次に、図面を参照しながら本発明の好適な実施例について説明する。

【0014】 〔第1の実施例〕 図1は本実施例の光電子

3

集積回路装置の斜視図である。平板状の光配線基板1の表面には、複数の光電子ICチップ4が配列されて実装されており、複数の光電子ICチップ4の間には導波路3が形成されている。

【0015】光配線基板1は、シリコン基板の表面を後述するような方法によって加工したものであり、光電子ICチップ4を配すべき領域に対応して略正形状に突設された複数の凸部6が基板表面に形成されている。各凸部6の周囲は基板主面より45°の角度に立ち上がった傾斜面5とされている。この光配線基板1の全面には、反射膜2が所要の膜厚で形成されており、傾斜面5の表面も反射膜2が覆う。凸部6以外の光配線基板1の表面には、シリコン酸化膜7が形成されており、このシリコン酸化膜7の一部であって凸部6同士の間には導波路3が形成されている。

【0016】前記反射膜2はアルミニウムや金或いはその他の金属膜であり、傾斜面5の反射率を金属反射によって著しく高めるものである。この反射膜2は、金属膜であるために、導電性に優れており、本実施例では、特に光電子ICチップ4への電源供給用の配線として機能する。

【0017】光導波路3は凸部6同士の間での光伝送を行うための光路となり、光配線基板1の表面に被着されたシリコン酸化膜7に形成されているために、その光路は基板主面に沿ったものとなる。一対の光電子ICチップ4の間には、双方向の伝送や異なる信号を伝送するために、複数本の光導波路3が一の傾斜面5から他の傾斜面5までの間に連続的に設けられる。一対の光電子ICチップ4の光結合に用いられる各光導波路3は平行に延在され、各光導波路3の間は屈折率の高い高屈折率部8とされる。この高屈折率部8は、プロトン等のイオン注入等により形成される。

【0018】光電子ICチップ4は、略正形状の半導体チップであって、その一方の主面の中央部に半導体集積回路からなる電子回路部10を有し、その電子回路部10の周囲に発光素子11や受光素子12を有する、光素子と電子素子の混成基板である。電子回路部10は、発光素子11や受光素子12の駆動回路や信号処理回路或いは演算処理回路やメモリ等の集積回路部分である。実装の際には、本実施例では、光電子ICチップ4の素子形成面が光配線基板1側に向かい、電子回路部10が凸部6に接触するかたちで取り付けられる。この光電子ICチップ4の発光素子11の光の射出方向は、チップ主面に対して垂直な方向であり、同じく受光素子12はチップ主面に対して垂直方向な方向からなる光線に感度を有する。発光素子11と受光素子12の位置は、各光電子ICチップ4の端部に近い周辺領域であり、その位置は光配線基板1の傾斜面5に対応した位置である。

【0019】図2は光電子ICチップ4間の光結合の様子を示す図である。光配線基板1の凸部6上に取りつけ

4

られた各光電子ICチップ4は、その受光素子12と発光素子11が傾斜面5上に位置することになる。傾斜面5は反射膜2が形成されており、45°に加工されて反射鏡として機能する。このため発光素子11からチップの主面に垂直に射出された光線は、その傾斜面5で反射し、光導波路3に導出される。また、その光導波路3からの光は、傾斜面5で反射し、主面に垂直な光線とされて受光素子12に受光される。

【0020】反射膜2は導電膜としても機能して、各光電子ICチップ4の電源供給用に用いられるため、所要の配線パターンとなるようにパターニングされる。また、光電子ICチップ4の部分では、該チップの電源用の端子と接続される。この反射膜2を利用した電源ライン、接地ライン等は、各光電子ICチップ4で共通化することができ、チップ数が多い場合に極めて有効である。

【0021】上述の如き本実施例の光電子集積回路装置は、光電子ICチップ4同士の光結合が反射膜2が被覆する傾斜面5を有した光配線基板1によって行われるため、光による相互干渉や信号歪みのない信号伝送がなされる。また、入射する光を全反射するための傾斜面5の構造は、反射膜2を被覆した構造とされ、次に説明するような工程により得られるものである。

【0022】また、反射膜2は電源供給用の配線としても機能するため、光電子ICチップ4の数が多くなる場合に、有効な配線構造となる。

【0023】次に、図6～図10を参照して、本実施例の光電子集積回路装置の製造方法の一例について説明する。

【0024】まず、図6に示すように、シリコン基板21を加工し、傾斜面22を伴う凸部23を該シリコン基板21の表面に形成する。このような凸部23の形成は、ドライエッチングの如き異方性エッチングを用いて行われ、傾斜面22は主面に対して45°の角度をなすように加工される。次いで、凸部23の形成されたシリコン基板21の全面に反射膜24を被着する。反射膜24がアルミニウム膜である場合には、蒸着等により形成できる。

【0025】シリコン基板21上に反射膜24を形成した後、フォトリソグラフィ技術により、その反射膜24を所要の電源供給用のパターンにパターニングする。

【0026】次に、図7に示すように、シリコン基板21上の全面に、導波路を形成するための材料層としてシリコン酸化膜25が例えばCVD法等により形成される。このシリコン酸化膜25の膜厚は、凸部23の間の凹部が十分に埋められる厚みである。

【0027】シリコン酸化膜25を厚く形成した後、メカニカルポリッシング等によってシリコン酸化膜25の膜厚を減らし、図8に示すように、凸部23の上面が露出する程度までシリコン酸化膜25を削る。凸部23上

の反射膜24が露出しない程度にシリコン酸化膜25を削る場合には、凸部23において電源供給のためのコンタクトホールを形成する。

【0028】次に、図9に示すように、シリコン酸化膜25に対してプロトンを注入して、高屈折率層を形成する。この高屈折率層のパターンは、平行な導波路を形成するパターンであり、図示しないレジスト等をマスクとしてイオン注入される。

【0029】光導波路をシリコン酸化膜25に形成した後、図10に示すように、受光素子や発光素子及び電子回路部が既に形成された光電子ICチップ26が各凸部23上に載置される。この時、光電子ICチップ26の電源供給用端子が反射膜24に接続し、光電子ICチップ26の受光素子や発光素子は傾斜面22上に位置するように載置される。

【0030】〔第2の実施例〕本実施例は第1の実施例の変形例であり、本実施例の光配線基板31は、第1の実施例と同様に、傾斜面39を周囲に有する凸部33を表面に有し、その傾斜面39の表面には反射膜32が形成されている。凸部33の周囲の凹部には、光導波路38が形成されている。

【0031】光電子ICチップ34は、一方の主面34aに受光素子37、発光素子36、電子回路部35が形成されるが、本実施例では、光結合に用いられる光の波長が光電子ICチップ34を透過する波長の光とされる。従って、発光素子36で生成された光は、光電子ICチップ34を透過して傾斜面39の反射膜32で反射し、光導波路38に向かう。また、光導波路38からの光は傾斜面39の反射膜32で反射した後、光電子ICチップ34を透過して受光素子37に受光されることになる。

【0032】このような光電子ICチップ34を透過する光による光結合では、電子回路部35の如き集積回路を光配線基板31側にすることなく実装が可能である。また、光電子ICチップ34毎に一方の主面34a側からプローブ等を使用しながら品質検査をすることができる。さらに、光電子ICチップ34の裏面にマイクロレンズを形成することで、光の入出力効率を高くすることができる。

【0033】〔第3の実施例〕本実施例は、光電子ICチップが3次元化された例である。その要部構造を図4に示す。第2の実施例と同様に、本実施例の光配線基板31は、傾斜面39を周囲に有する凸部33を表面に有し、その傾斜面39の表面には反射膜32が形成されている。凸部33の周囲の凹部には、光導波路38が形成されている。

【0034】光電子ICチップ41は、3枚の主面に垂直方向に積層された基板42、43、44からなり、受光素子45は最上層の基板44に形成され、発光素子46は中間の基板43に形成されている。これら受光素子

45や発光素子46の位置は、光配線基板31の傾斜面39と平面上重なる位置であるが、発光素子46からの光は、最下層の基板42を透過して、傾斜面39に到達し、受光素子45に受光される光は、最下層の基板42及び中間の基板43を透過したものである。

【0035】このように光電子ICチップ41を積層化した場合には、配線経路が大幅に短縮され、配線遅延を低減できることになる。なお、本実施例では、光電子ICチップを3枚の基板を積層する構造としたが、これに限定されず、2枚やさらに多くの数の基板を積層したり、他の種類の基板を組み合わせる積層するような構造とすることも可能である。また、受光素子や発光素子を基板主面な方向に複数個重なるように形成して、多重化するような構造としても良い。

【0036】〔第4の実施例〕本実施例は、同一の光電子ICチップ内で光結合される例である。図5の断面に示すように、本実施例の光電子集積回路装置では、1つの光電子ICチップ55の内部での光結合のための光導波路59が光配線基板51の表面に形成される。光配線基板51の表面には、凸部53が形成され、この凸部53の端部が反射膜52の被覆された傾斜面54となる。図5の断面では、一對の凸部53の間の光導波路59は、当該光電子ICチップ55専用であり、他の光電子ICチップとの光伝送には用いられない。他の光導波路58は、他の実施例と同様に他の光電子ICチップとの光結合に使用される。光電子ICチップ55には、他の光電子ICチップとの光結合のための発光素子57及び受光素子56が形成され、さらにチップ内の光結合のための発光素子57i及び受光素子56iが形成される。これら発光素子57、57i及び受光素子56、56iは、それぞれ傾斜面54上に平面的に重なる位置に形成されていることは言うまでもない。

【0037】このような構造の光電子ICチップ55及び光配線基板51を用いた場合には、光電子ICチップ55内での信号伝達を光によって行うことができ、電気配線に固有な伝送歪みや相互干渉の問題等を解決できることになる。

【0038】

【発明の効果】本発明の光電子集積回路装置は、光電子集積回路基板同士の光結合が反射膜に被覆された傾斜面を有した光配線基板によって行われるため、光による相互干渉や信号歪みのない信号伝送がなされる。また、入射する光を全反射するための傾斜面の構造は、反射膜を被覆した構造であり、特別な角度等を必要とせず全反射が可能であり、その製造工程も簡略化される。

【0039】また、本発明において、反射膜は電源供給用の配線としても機能するため、光電子集積回路基板毎のワイヤボンディング等が不要となり、光電子集積回路基板の数が多くなる場合に、有効な配線構造となる。

【図面の簡単な説明】

7

【図1】本発明の光電子集積回路装置の一例の構造を示し、一部の光電子ICチップを分解しながら示す要部斜視図である。

【図2】前記光電子集積回路装置の一例の光伝送路に沿った断面図である。

【図3】本発明の第2の実施例の光電子集積回路装置を示す要部断面図である。

【図4】本発明の第3の実施例の光電子集積回路装置を示す要部断面図である。

【図5】本発明の第4の実施例の光電子集積回路装置を示す要部断面図である。

【図6】本発明の光電子集積回路装置の一例の製造方法における基板加工工程までの工程断面図である。

【図7】本発明の光電子集積回路装置の一例の製造方法におけるシリコン酸化膜形成工程までの工程断面図である。

【図8】本発明の光電子集積回路装置の一例の製造方法*

8

*におけるポリッシング工程までの工程断面図である。

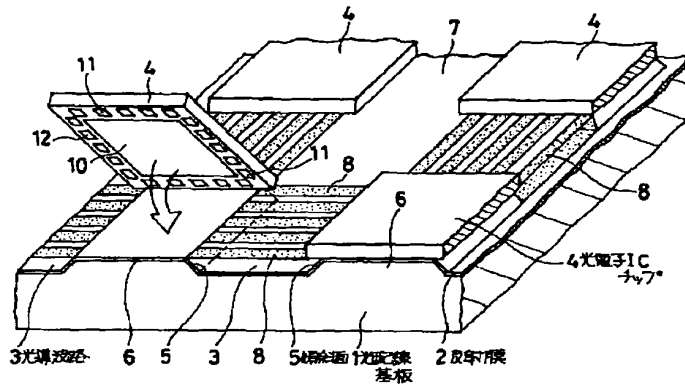
【図9】本発明の光電子集積回路装置の一例の製造方法におけるイオン注入工程までの工程断面図である。

【図10】本発明の光電子集積回路装置の一例の製造方法における光電子ICチップの取り付け工程までの工程断面図である。

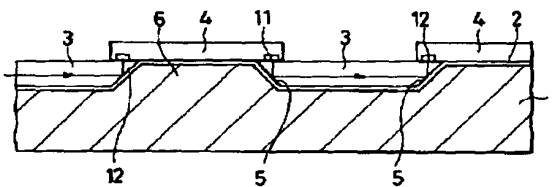
【符号の説明】

- 1, 31, 51…光配線基板
- 2, 32, 52…反射膜
- 3, 38, 58, 59…光導波路
- 4, 34, 41, 55…光電子ICチップ
- 5, 39, 54…傾斜面
- 6, 33, 53…凸部
- 7…シリコン酸化膜
- 10…電子回路部
- 11, 36, 46, 57, 57i…発光素子
- 12, 37, 45, 56, 56i…受光素子

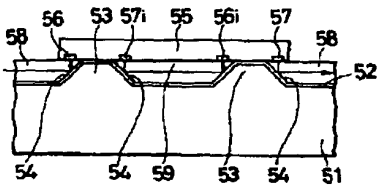
【図1】



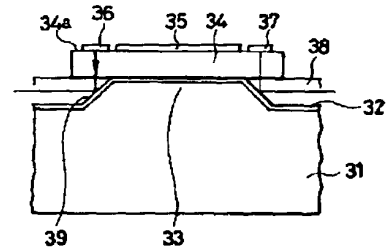
【図2】



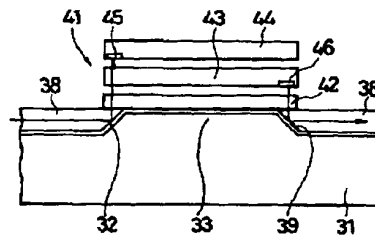
【図5】



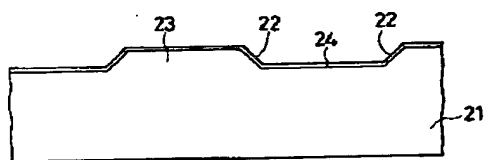
【図3】



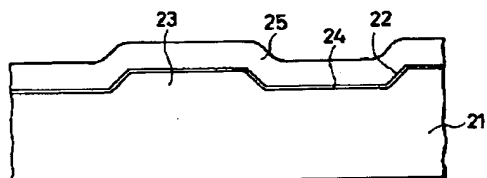
【図4】



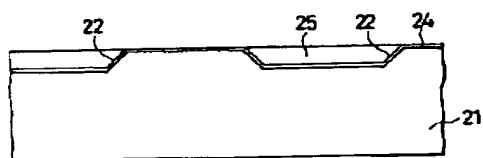
【図6】



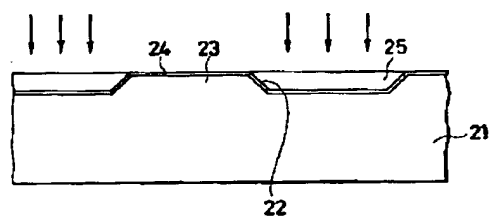
【図7】



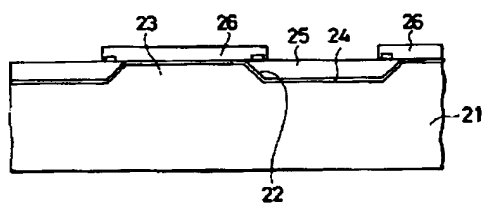
【図8】



【図9】



【図10】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成11年(1999)8月27日

【公開番号】特開平5-67770

【公開日】平成5年(1993)3月19日

【年通号数】公開特許公報5-678

【出願番号】特願平3-254258

【国際特許分類第6版】

H01L 27/15

【FI】

H01L 27/15

【手続補正書】

【提出日】平成10年9月7日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項1】 電子回路と、発光素子と受光素子のうちの少なくとも一方が形成された光電子集積回路基板と、少なくとも前記発光素子又は前記受光素子に対向する傾斜面を有し、且つその傾斜面に連続して光導波路が設けられると共に、該傾斜面に前記光電子集積回路基板間の光結合用の光を反射する反射膜が形成された光配線基板とを具備することを特徴とする光電子集積回路装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】

【課題を解決するための手段】上述の第1の目的を達成するために、本発明の光電子集積回路装置は、電子回路と、発光素子と受光素子のうちの少なくとも一方が形成された光電子集積回路基板と、前記発光素子及び前記受光素子に対向する傾斜面を有し、且つその傾斜面に連続した光導波路が設けられると共に、該傾斜面に前記基板間の光結合用の光を反射する反射膜が形成された光配線基板と具備することを特徴とする。